Aus der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. med. H. S c h u e r m a n n

Über Augenschädigungen nach Röntgenbestrahlung

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Reinhard Küttler

aus Altenburg

Würzburg 1956

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543516_0154

Aus der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. med. H. S c h u e r m a n n

Über Augenschädigungen nach Röntgenbestrahlung

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius - Maximilians - Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Reinhard Küttler

aus Altenburg

Würzburg 1956

Tag der mündl. Prüfung:
21. Feb. 1956

Referent: Privatdozent Dr. med. G. B o n s e

Korreferent: Professor Dr. med. W. R e i c h l i n g

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meiner lieben Frau
in Dankbarkeit
gewidmet

Inhaltsangabe

Einleitung 1

Experimentelle Untersuchungen über die Veränderungen normaler Augengewebe nach Röntgenbestrahlung 2

Schädigung des Sehorgans beim Menschen bei therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen 8

- Schädigung der Lider 11
- Schädigung der Conjunctiva 12
- Schädigung der Cornea 15
- Schädigung der Uvea 23
- Schädigung der Retina und des Sehnerven 24
- Glaukomentstehung durch Röntgenstrahlenschädigungen 27
- Schädigung der Linse 29

Berufsschädigungen der Augen durch Röntgenstrahlen 40

Folgerungen für die Praxis 42

Zusammenfassung 43

Literaturverzeichnis 45

Einleitung

Historisch betrachtet folgten den ersten Mitteilungen von Erfolgen der Strahlenbehandlung des Auges bald Berichte über Strahlenschädigung. Durch den weiteren Ausbau der strahlentherapeutischen Verfahren und der damit verbundenen breiteren Anwendung in den einzelnen klinischen Disziplinen zeigte sich bald, dass das Auge erhebliche Schädigungen erfahren kann. Die einzelnen Teile des Auges unterscheiden sich bezüglich ihrer Strahlenempfindlichkeit in der Weise, dass der bilderzeugende Apparat, die Hornhaut und die Linse, stärker radiosensibel sind als der bildempfangende Apparat, die Netzhaut und der Sehnerv. Bei der in der modernen Röntgentherapie gebräuchlichen Dosierung werden irreversible Strahlenveränderungen am Auge, dem eine verhältnismässig hohe Strahlenempfindlichkeit zukommt, meist als Spätschädigungen beobachtet. Auf den Wirkungsmechanismus soll in den einzelnen Abschnitten besonders eingegangen werden, da mit mehreren Faktoren gerechnet werden muss. Einerseits muss mit einer Beeinträchtigung der Sehfunktion, andererseits mit einer Gefässschädigung gerechnet werden, die bis zur Obliteration des Lumens führen kann.

Experimentelle Untersuchungen über die Veränderungen normaler Augengewebe nach Röntgenbestrahlung.

Kurz nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Röntgen ist von C H A L U P E C K Y die erste Röntgenbestrahlung eines Tierauges ausgeführt worden. Er konnte damit den Beweis erbringen, dass das Auge genau so wie die Haut der schädigenden Wirkung der Röntgenstrahlen unterworfen ist. 1902 hat S C H O L Z diese Erkenntnis auf Grund eines eigenen Versuches bezweifelt. Erst B I R C H - H I R S C H F E L D konnte im Jahre 1904 auf Grund seiner systematischen Versuche die verhältnismässig hohe Empfindlichkeit des Auges gegenüber Röntgenstrahlen feststellen. Birch-Hirschfeld berichtete über experimentelle Röntgenbestrahlungen von Kaninchenaugen bei einer Dosis von 12 - 20 Holzknecht-Einheiten (Bestrahlungsdauer 15 - 20 Minuten). Nach einer Latenzzeit von mindestens 14 Tagen beobachtete er Schädigungen an den Lidern und im vorderen Bulbusabschnitt : Es traten Epilation, Conjunctivitis, interstitielle Keratitis,Iritis auf. Als bleibende Schädigung 4 Wochen nach der Bestrahlung fand er in 3 Fällen eine beginnende Abblassung der Papille, bei der histologischen Untersuchung Vakuolisierung und Schrumpfung der Ganglienzellen und Zerfall der Nervenfasern. Er unterscheidet entzündliche Schädigung im vorderen Augenabschnitt und degenerative der nervösen Elemente ohne Entzündung.

R A U H hat 1914 eine Beziehung zwischen der Schadigungsdosis des Auges und der Haut festgestellt, indem seine Experimente ihn zu der Ansicht führten, dass die Erythemdosis des Menschen eine für die Conjunctiva und Netzhaut des Kaninchens schädigende Strahlenmenge darstellt.

A X E N F E L D, K Ü P F E R L E und W I E D E R S H E I M untersuchten die Wirkung verschieden harter Röntgenstrahlen auf das Kaninchenauge mit dem Ergebnis, dass harte Röntgenstrahlen unschädlicher sind als weiche. Dieses Ergebnis

dürfte sichtlich falsch gedeutet sein, da die geometrischen Faktoren, z.B. Tubus-Hautabstand, nicht richtig einkalkuliert waren.

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse wurden von R A D O S und S C H I N Z wieder in Frage gestellt. Nach ihren Versuchen soll das Auge sehr unempfindlich gegen Röntgenstrahlen sein, da die Kaninchenhornhaut die 13-fache Dosis der menschlichen HED vertrug. Sie bestrahlten einmalig oder fraktioniert.

2 Jahre später wurden diese Ergebnisse durch J A K O B Y widerlegt, der nachweisen konnte, dass schon eine 2,5-fache Dosis der HED die Hornhaut des Kaninchenauges schädigte. Die Latenzzeit betrug für das Eintreten dieser Hornhautveränderungen (Auftreten der Keratitis) 3 - 5 Wochen. Die histologischen Untersuchungen zeigten an der Hornhaut Unregelmassigkeiten in der Anordnung des Epithels und in der Zahl der Schichten. In der Netzhaut trat teilweise hochgradige Degeneration der Ganglienzellen und beginnende Degeneration der inneren Körnerschicht auf. Jakoby bestrahlte 3 Kaninchenaugen in analoger Weise, wie es zu therapeutischen Zwecken bei Tumoren der Haut oder Aderhaut üblich ist. Bei einem untersuchten Auge, das je 2 x 2 HED erhalten hatte, fanden sich hochgradige degenerative Epithelveränderungen an Bindehaut und Hornhaut. Es zeigten sich ausserdem leukozytäre Infiltrationen des Parenchyms der Hornhaut, blasige Quellung des Endothels, endovasculitische Veränderungen der Iris und dauernde Schädigung zahlreicher Ganglienzellen der Netzhaut.

A U L A M O fand 1929 auch in seinen experimentellen Untersuchungen an Kaninchenaugen, dass weiche Strahlen in etwas stärkerem Masse als harte wirken. Nach ihm besteht an der Bindehaut die Hauptveränderung in Atrophie. Die Hornhautveränderungen ähneln der Keratitis e lagophthalmo. Weiche wie harte Strahlen verursachten Linsentrübungen in den hinteren Schichten. Auch durch kleine Dosen kann Katarakt nach mehreren Monaten entstehen. Unterhalb einer

Dosis von 2 HED sah Aulamo keine krankhaften Veränderungen am Kaninchenauge auftreten.

Die mitgeteilten Untersuchungen von B I R C H - H I R S C H F E L D im Jahre 1904 bildeten bis 1929 die Grundlage der Anschauungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Auge, soweit experimentell gewonnene Erkenntnisse in Betracht kommen. Die Bestrahlungsmethodik hat sich seit jenen Versuchen weitgehend geändert. Die Erzeugung kurzwelliger, eher stärker penetrierender Röntgenstrahlen ist durch Anwendung der Metallfilterung und Einführung der Elektronenröhre in stärkerem Masse möglich geworden.
R O H R S C H N E I D E R stellte deshalb eine Gruppe von Versuchen an, die an Augen erwachsener Kaninchen vorgenommen wurden. Die Versuche hatten den Zweck, die schädigende Wirkung der Röntgenstrahlen kennen zu lernen. Dazu war zunächst eine genaue Bestimmung der Strahlenqualität und -quantität notwendig. Zum Vergleich der Empfindlichkeit einzelner Gewebe genügte als Masseinheit die HED der Menschen nicht, da sie an den einzelnen Instituten verschieden gross war. Als Masseinheit wählte Rohrschneider die Epilationsdosis des Kaninchens. Die Resultate seiner Versuche waren an der Conjunctiva folgende : -Die Kaninchen wurden mit Morphium eingeschläfert, und die Augen schräg von oben her bestrahlt, sodass der Strahlenkegel nicht das andere Auge traf. Jedes Auge erhielt nur eine Bestrahlung, in der die ganze Dosis verabfolgt wurde. Diese Dosen bewegten sich zwischen 30 und 490 % Ep.D.- Die Wirkung harter Strahlen begann mit 100 % der Epilationsdosis. Sie äusserte sich in etwas verstärkter Sekretion nach 68 Tagen. Nach 183 Tagen trat vereinzelt Zelldegeneration des Epithels der Conjunctiva auf. 150 % der Ep.D. ergaben entzündliche Erscheinungen und schlechte Färbbarkeit an den Epithelien der Conjunctiva, alles Veränderungen, die noch rückbildungsfähig sind. Nach 200 % der Ep.D. bildeten sich bleibende Schädigungen an der Conjunctiva aus: Verdickungen der Conjunctiva am Limbus und Obliteration des Binde-

hautsackes. Weiche Strahlung verursachte schon von loo % der Ep.D. an eine Verkleinerung des Bindehautsackes, sodass aktives und passives Öffnen der Lider unmöglich war. Das Früherythem fand Rohrschneider an der Conjunctiva nach Bestrahlung mit grösseren Dosen. Nach weicher Strahlung kann es unmittelbar in die Conjunctivitis übergehen.

An der Hornhaut von Kaninchenaugen fand Rohrschneider eine von K Ü M M E L am Menschen zuerst beobachtete Hypaesthesie nur dann, wenn schwere Veränderungen aufgetreten waren. Die Anfänge der Epithelveränderungen der Hornhaut liessen sich klinisch ohne Beteiligung der Substantia propria nur selten beobachten. Eigentümlich für Röntgenstrahlenwirkung war das Wandern von Pigmentlinien aus dem Limbus auf die Cornea, das 24 - 38 Tage nach der Bestrahlung auftrat. Der histologische Befund der Veränderungen an den Epithelzellen der Hornhaut deckte sich mit dem von BIRCH-HIRSCHFELD. Epitheldegeneration konnte bei harter Strahlung schon nach loo % der Ep.D. auftreten. Bei weicher Strahlung war sie nach loo % der Ep.D. konstant. An der Substantia propria traten die Veränderungen in Form diffuser Trübungen auf, die vom Rande her vascularisiert wurden, in Form eines oberflächlichen Pannus. Auch Ulcus und Perforation der Hornhaut wurden beobachtet. Die unterste Dosis für eine Keratitis betrug 15o % der Ep.D. bei weicher, 2oo % bei harter Strahlung.

An Iris, Ciliarkörper und Chorioides hat ROHRSCHNEIDER (Gräf.Arch 121, 537 - 559 1929) ausser Früherythem keine Veränderungen gesehen. Auch an den Gefässen fanden sich keine charakteristischen Kaliberunregelmässigkeiten. Eine Drucksteigerung trat nicht auf, wohl aber eine Drucksenkung während des Früherythems.

ROHRSCHNEIDER konnte an 18 Kaninchenaugen in 12 Fällen Katarakt erzeugen. In allen Fällen war die Latenzzeit bis zur ersten Beobachtung der Linsenschädigung lang, die kürzeste Beobachtung betrug 93 Tage. Die Dosis betrug

100 - 200 % der Ep.D. = 170 - 360 % H ED des Menschen. Es traten regelmässig Linsentrübungen auf. Die ersten Anzeichen liessen sich nur histologisch nachweisen, Aufquellung der Linsenfasern und Pseudoepithelienbildung. In der hinteren Rinde lagen die Hauptveränderungen. Sie begannen dicht hinter dem Äquator und bildeten netzförmig angeordnete poröse Trübungen. Die Begrenzung der Trübung nach vorn war nicht scharf. Eine Ähnlichkeit mit dem Glasbläserstar bestand also in dieser Hinsicht nicht. Die Latenzzeit für die Linsenveränderungen betrug nicht unter 93 Tage. Hinsichtlich der Genese entschied sich ROHRSCHNEIDER unter Vorbehalt für die direkte Entstehung wegen der starken Strahlenabsorption der Linse und der Ähnlichkeit mit dem Glasbläserstar, der nach Ansicht der V O G T '-schen Schule auf direkte Strahlenwirkung zurückzuführen ist. An Netzhaut und Sehnerv fand ROHRSCHNEIDER keine Veränderungen.

ROHRSCHNEIDER konnte im Tierversuch zeigen, dass die Linse das röntgenstrahlenempfindlichste Organ im Auge ist. Die Epilationsdosis erzeugte bei einmaliger Bestrahlung Katarakt. Wurde die Epilationsdosis auf mehrere Sitzungen mit 1 - 2 Wochen Intervall verteilt, so trat dennoch eine Schädigung der Linse ein. An der Linse hat also eine Kumulation zeitlich verteilter Dosen stattgefunden. Wie weit diese experimentellen Ergebnisse auf den Menschen übertragen werden können, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Auf Grund klinischer Erfahrungen musste die Möglichkeit der Entstehung von Linsenveränderungen durch Röntgenstrahlen in Betracht gezogen werden, während immerhin auf experimentellem Wege diese Frage noch keineswegs geklärt erschien. So berichtete bereits 1908 BIRCH-HIRSCHFELD über die erste Linsentrübung nach therapeutischer Bestrahlung. ROHRSCHNEIDERS Versuche waren geeignet, diesen Zwiespalt zwischen der klinischen und experimentellen Forschung zu überbrücken. Ihm war es gelungen, bei einer grösseren Zahl erwachsener Kaninchen mit klinischen Untersuchungsme -

thoden nachweisbare Linsenveränderungen, in mehreren Fällen sogar Totalkatarakt zu erzeugen. Aus den Versuchen ROHRSCHNEIDERS ging, verglichen mit der Röntgenstrahlenempfindlichkeit der Haarpapille (Epilationsdosis), hervor, dass die Schädigungsdosis am Auge folgende Werte erreichte :

Bei harter, mit o,5 mm Cu.plus 3 mm Al gefilterter Strahlung
für die Linse ..... 1oo % Ep.D. (18o % HED des Menschen)
für die Cornea ..... 2oo % Ep.D. (36o% HED des Menschen)
für die Conjunctiva 2oo % Ep.D. (36o % HED des Menschen).

Bei weicher mit 3 mm Al gefilterter Strahlung
für die Linse..... 1oo % Ep.D. (17o % HED des Menschen)
für die Cornea ... 15o % Ep.D. (255 % HED des Menschen)
für die Conjunctiva 1oo % Ep.D. (17o% HED des Menschen).

Die späteren experimentellen Arbeiten von P E T E R, K I T A J I M A, L E B E N S O H N, G A S T E I G E R, T A L I E R C I O und P O P P E ergaben keine neuen Befunde. Sie bestätigten nur die Arbeiten von BIRCH-HIRSCHFELD und ROHRSCHNEIDER. O K U S A W A beschrieb die Einflüsse der Röntgenstrahlen auf die Mitochondrien in den Zellen des Ciliarkörperepithels. Seine Versuche ergaben das Resultat, dass die Bestrahlung des Kaninchenauges mit harten und mittelharten Röntgenstrahlen unter bestimmten Bedingungen hochgradige Veränderungen an den Mitochondrien in den Zellen des Ciliarkörperepithels zeigten. OKUSAWA hielt dies für ein Zeichen der herbeigeführten Herabsetzung der Zellfunktion.

VON S A L L M A N N untersuchte die Strahlenwirkung auf die Linse des Kaninchenauges (Technik:Einzelbestrahlung mit 2 ooo r, HWS 1 mm Cu., FHA 3o cm, Feldgrösse 2o mm). 1.Woche nach Bestrahlung: Verlagerungen der Zellkerne im Linsenbogen unter gleichzeitiger Verklumpung und Auftreten von Chromosomenabbrüchen. 2 Wochen nach Bestrahlung: Quellung der Linsenfasern, vor allem der subcapsularen Enden. 4 Wochen nach Bestrahlung: Ringförmig granulierte Trübungen und später Vacuolenbildungen.

1951 berichteten v.SALLMANN und M U N O Z über Frühschäden der Linse nach Röntgenbestrahlung. Aus ihren Versuchen ergab sich, dass die ersten Veränderungen an den Linsenfaserkernen auftraten. Mit Hilfe radioaktiver Indikatoren konnten sie zeigen,dass Permeabilitätsstörungen der Linselkapsel den kataraktösen Veränderungen nicht vorausgingen, sondern sie begleiten. Die Durchlässigkeit

der Blut - Kammerwasser - Schranke wurde durch Röntgendosen von 250 r gesteigert. Auch v.S A L L M A N N und L O C K E konnten durch Untersuchungen die Theorien, dass erhöhte Permeabilität oder verminderte Phosphorylierung die Ursache der Linsentrübungen durch die Röntgenbestrahlungen seien, nicht bestätigen. Diese Änderungen begleiteten lediglich -vielleicht beeinflussen sie auch- die fortschreitenden Trübungen.

Im Tierversuch konnten schädliche Wirkungen der Röntgenstrahlen auf das Auge nachgewiesen werden, wenn sich auch das Tierauge nicht immer genauso verhält wie das menschliche Sehorgan. Bei all diesen Versuchen wurde meist mit grossen Strahlenintensitäten gearbeitet. Dementsprechend wurden Augenveränderungen stärkeren Grades erzeugt. Der folgende Teil soll nun zeigen, dass auch beim Menschen gelegentlich derartige schwere Schädigungen an vorher normalen Augen durch Röntgenbestrahlung beobachtet werden.

Schädigung des Sehorgans beim Menschen bei therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen.

Am Auge, wie überhaupt, ist das Ziel der Strahlentherapie mit Röntgenstrahlen, unter möglichst weitgehender Schonung des normalen Gewebes krankhaftes Gewebe so zu zerstören oder so zu beeinflussen, dass eine Heilung des krankhaften Prozesses eingeleitet wird. Dieses Ziel kann bei der praktischen Anwendung der Strahlentherapie in idealer Weise nicht in allen Fällen erreicht werden, da es im Wesen der Strahlenwirkung begründet liegt, dass die mehr oder weniger stark durchdringenden Röntgenstrahlen auf dem Wege zu dem krankhaften Herde von dem normalen Gewebe in der Umgebung des Herdes absorbiert werden und hier Veränderungen hervorrufen. Diese Veränderungen, die als unbeabsichtigte Nebenwirkungen der Strahlentherapie auftreten, können belanglos sein. Sie können aber auch in einem solchen Masse in Erscheinung treten, dass von einer Schädigung gesprochen werden muss.

Der Begriff der Schädigung, wenn man sie im Verhältnis zur erreichten therapeutischen Wirkung betrachtet, richtet sich nach dem Gesamtziel der therapeutischen Aufgabe. A X E N F E L D spricht dies klar aus, wenn er sagt, "dass die Bestrahlungsdosen, welche für die Abtötung eines malignen Tumors nötig sind, in der Regel zu Katarakt führen werden." (Ztrblt.f.ges.Ophthalm.23, 289, 1930) Auch wird man bei Bestrahlungen, die sich gegen eine Erkrankung der Gesichtshaut oder des Schädels überhaupt richten, dasselbe Ereignis der Kataraktbildung als eine schwere Schädigung auffassen. Sie steht dann in keinem Verhältnis zu der erreichten therapeutischen Wirkung. Dieser Gesichtspunkt dürfte auch in forensischer Beziehung von Wichtigkeit sein.

Die Veränderungen, welche die Röntgenstrahlen an den normalen Augengeweben verursachen, hängen von einer bestimmten Strahlendosis ab. Als schädigend definiert H O L T H U S E N "die Dosis, die nicht überschritten werden darf, wenn nicht irreparable Läsionen in dem bestrahlten Gewebe auftreten sollen." (Ztrblt.f.ges.Ophthalm.23, 289, 1930)

Alle durch Strahlenwirkung hervorgerufenen Veränderungen, die wieder rückbildungsfähig sind, fallen demnach nicht in das Gebiet der Schädigung. ROHRSCHNEIDER bezeichnet als Schädigung solche Veränderungen, die zu dauernden funktionellen Störungen oder Entstellung des Sehorgans führen.

Die Besonderheiten, die gerade das Auge als Objekt der Strahlenwirkung bietet, sind in seinem anatomischen Bau begründet. Die Gewebe, die eine verschiedene entwicklungsgeschichtliche Herkunft und damit verschiedene Strahlenempfindlichkeit haben, sind auf engstem Raum zusammengedrängt bezw. hintereinander geschaltet. Die mannigfaltigen Veränderungen, die durch die Strahlenwirkung an diesem kompliziert gebautem Organ entstehen, hängen nicht nur mit der histologischen Struktur seiner einzelnen Teile zusammen, sondern sind auch bedingt durch den Gefässreichtum einzelner Augenteile, wie der Conjunctiva und der Uvea,

und durch die Gefässlosigkeit anderer, wie der Cornea und der Linse.

Da mit der besseren Methodik der Anwendung von Röntgenstrahlen vermehrt die Neigung sich geltend machte, nicht nur bösartige Geschwülste, sondern auch subakute und chronische sonstige Leiden des Auges und des Kopfes zu bestrahlen, hält D O L L F U S S es für angebracht, auf die Gefahren der Strahlenbehandlung des Auges und des Kopfes hinzuweisen. Besonders empfindlich sind nach den Erfahrungen Lidhaut, Bindehaut, Hornhaut, Linse und Strahlenkörper. Weniger strahlenempfindlich sind die nervösen Gewebe. Die Strahlenresistenz verdient auch Beachtung. Sie bildet sich nach ungenügender und verzettelter Strahlenbehandlung aus. Die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Augengewebe ist eine direkte, besonders bei jungem Gewebe und Gewebe mit zellulärer Aktivität, daneben aber auch eine indirekte über Gefässveränderungen und physikalisch - chemische Änderungen der Gewebsflüssigkeiten. Die Schädigungen können bald nach der Bestrahlung auftreten, aber auch nach mehr oder weniger längerer Zeit. Bei der in der modernen Röntgenstrahlentherapie gebräuchlichen Dosierung werden irreversible Strahlenveränderungen am Auge meist als Spätschädigungen beobachtet. Diese können wie z.B. der Röntgenstar unter Umständen erst Jahre nach der Bestrahlung klinische Erscheinungen hervorrufen. Es ist daher verständlich, dass der Zusammenhang derartiger Spätveränderungen mit der längst abgeschlossenen Strahlenbehandlung immer wieder in Zweifel gezogen wurde.Es ging sogar soweit, dass manche Autoren dem Auge eine Strahlenempfindlichkeit überhaupt abgesprochen haben. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass durch die Einwirkung genügend grosser Strahlenmengen das menschliche Auge genauso wie das tierische die schwersten Veränderungen erleidet. Auf der anderen Seite zeigen die vielen schönen Erfolge, welche gerade die Röntgenstrahlentherapie am Auge gezeigt hat, dass bei rationeller Dosierung die Schädigung des normalen Gewebes vermieden oder auf das unvermeidbare Mass beschränkt werden kann. Bei der Durch-

sicht des ausgedehnten Schrifttums über die Röntgenstrahlentherapie der Augen- und Kopferkrankungen fallt es auf, dass die Mehrzahl der Autoren immer wieder vor einer planlosen Anwendung hoher Dosen von Röntgenstrahlen am menschlichen Auge warnt. Auf der anderen Seite teilen eine Anzahl von Beobachtern ausdrücklich mit, dass sie bei "therapeutischer Dosis" keine nachteiligen Wirkungen auf das normale Augengewebe feststellen konnten. Abgesehen davon spielen aber auch individuelle Unterschiede in der Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Augengewebe beim Zustandekommen von Strahlenschädigungen eine Rolle. S T O C K hat auf Grund seiner Erfahrungen den Eindruck gewonnen, "dass Kranke mit Schädigung der Haut im Gesicht, z.B. Lupus, Ekzem, chron. Erysipel, kurz, Kranke mit sogenannter empfindlicher Haut, ganz besonders sorgfältig vor Röntgenstrahlen am Auge geschützt werden müssen."

Schadigungen der Lider.

Die Veränderungen, die an den Lidern infolge der Strahlenwirkung auftreten, entsprechen den bekannten Bildern der Röntgendermatitis und ihren Folgen . Dieselben Wirkungen sind an der Haut des übrigen Körpers nach Strahlenwirkung zu beobachten. S A L Z E R sah eine Röntgenverbrennung 2.Grades bei einem Patienten, der im ganzen 2 HED in 3o Bestrahlungen innerhalb von 3 Monaten erhalten hatte.

Die Schädigungen können alsbald nach der Bestrahlung auftreten, aber auch nach längerer Zeit. Das erste Symptom der Strahlenschädigung an den Lidern ist ein Hauterythem. Es wird von einem Ödem verschiedenen Grades begleitet, je nach der Stärke der Bestrahlung. Z.B. ist dieses Erythem bei Bestrahlung von Lidepitheliomen unvermeidlich. Es erscheint etwa 7 Tage nach Abschluss der Bestrahlung und erreicht seinen Höhepunkt nach etwa lo Tagen. Nach 3 - 4 Wochen ist die Wiederherstellung normaler Verhältnisse abgeschlossen.

Eine besondere Stellung nehmen die Wimpern und Augenbrauen ein, deren dauernder Verlust unter Umständen entstellend wirkt. Sehr häufig fallen in der Nachbarschaft des bestrahlten Gebietes die Wimpern aus, manchmal sogar für immer. Einige Autoren fanden, dass die Cilien und die Augenbrauen weniger strahlenempfindlich sind als die Kopf- und Barthaare. STOCK sah schon nach Anwendung von 6 x 2o % HED innerhalb 1 1/2 Jahre Ausfall der Cilien, ausserdem eine eigentümliche Schwielenbildung im Unterlid als Dauerschädigung.

Zu Stellungsanomalien der Lider kann es bei Hautveränderungen stärkeren Grades mit Narbenbildung kommen, Ektropium (H O R A Y), Entropium (T J A N E N G J O N G). Ptosis ist bisweilen als Bestrahlungsfolge beobachtet worden, welche nicht nur auf Ödem der Lidhaut (K Ü M M E L L) beruht, sondern gelegentlich auch als Dauerschädigung (B O R E L, R O H R S C H N E I D E R) auftritt. Die Lidhaut zeigt bei zu starker Bestrahlung später Depigmentation und Teleangiektasien. Diese Lidreaktion kann auch auftreten, wenn die Bestrahlung in der Nachbarschaft erfolgte, z.B. an der Wange. Dies beruht wohl dann auf Wirkung von Sekundärstrahlen, die von der Bleischutzplatte ausgehen. Es gibt manche Autoren, die die Strahlenbehandlung von Lidepitheliomen ablehnen, wenn diese auf den Tarsus übergegriffen haben, aus Furcht vor späterer Lidnekrose. Diese tiefgreifende Spätwirkung ist aber recht selten und nicht Folge des Ergriffenseins des Lidknorpels.

Schädigung der Conjunctiva.

Die rückbildungsfähigen entzündlichen Veränderungen, die an der Conjunctiva häufig nach der Bestrahlung auftreten, fallen nicht in das Gebiet der Schädigung. An der Bindehaut entsteht mit dem Lidödem eine Entzündung als erstes Zeichen der Strahlenwirkung auch auf den Augapfel. Diese Entzündung kann sich schon 5 Tage nach Beginn der Strahlenbehandlung zeigen. Sie wird von geringer

Exsudation, geringen Schmerzen oder Fremdkörpergefühl (bedingt durch punktförmige Erosionen) begleitet. Diese sofortige Reaktion ist nicht von der Stärke der Bestrahlung und der Schwere der etwa nachfolgenden Komplikationen abhängig. Schon nach 2 - 3 Wochen geht die Entzündung zurück und hinterlässt keine Spuren ausser einer gewissen Empfindlichkeit der Bindehaut äusseren Schädlichkeiten gegenüber.

Aber auch Spätschädigungen kommen an der Bindehaut nach Monaten oder Jahren vor, deren geringste die Xerose der Bindehaut am Lidrande ist. Die Xerose tritt in Form kleiner weisslicher glänzender Flecke auf. Sie verursacht chron.Reizzustand, Fremdkörpergefühl, Rötung der Augapfelbindehaut, Tränen und umschriebene Abschilferung des Hornhautepithels. Die Heilung erfolgt von selbst oder kann durch Vitamin A - Salbe beschleunigt werden. Die Bildung von Narben in der Bindehaut und Verwachsungen der Lider mit dem Augapfel sind ernstere Folgen. Schon nach relativ schwacher Bestrahlung können diese schweren Veränderungen eintreten.

O N F R A Y hat dafür ein Beispiel mitgeteilt. Bestrahlung bei Frühjahrskatarrh. Erst guter Erfolg. Nach 13 Jahren "Leukoplasien" an der Bindehaut, Trichiasis und Veränderungen der Hornhaut, welche das Sehvermögen stark beeinträchtigten. Das Auge, das nicht bestrahlt wurde, war auch ohne jede Beeinträchtigung des Sehvermögens geheilt.

Als Spätfolgen der Bestrahlung treten Schädigungen vor allem an den Conjunctivalgefässen in Erscheinung. BIRCH-HIRSCHFELD verdanken wir die genauere Kenntnis darüber. Es handelt sich dabei um Gefässveränderungen, welche den Teleangiektasien der Haut entsprechen. Sie treten hauptsächlich in der Conjunctiva bulbi auf. Die normale Schlängelung der Gefässe geht verloren. Die Gefässe sind vielmehr korkzieherartig gewunden und zeigen zahlreiche Einschnürungen. Zwischen den Einschnürungen

bilden sich sackförmige Erweiterungen des Gefässrohres sowohl an den grossen als auch an den kleinen Gefäßstämmen, an den oberflächlichen wie an den tieferliegenden Gefässen (BIRCH-HIRSCHFELD). Ohne besondere Veränderungen kann das übrige Conjunctivalgewebe sein. Unter Umständen finden sich aber auch da Veränderungen, die als "glasige Schwellung" nach BIRCH-HIRSCHFELD, Quellung nach L I C S K Ó oder "Chemosis" nach BOREL, S A B A D I N I und S C A R D A P A N E bezeichnet werden.

Die histologische Untersuchung zeigt erhebliche Schädigungen des Endothels, vakuoläre Degeneration und Verdickung der Intima bis zum Gefässverschluss. Von K N A P P wurde eine glasige Umwandlung der Bindehaut von porzellanartigem Aussehen, frei von allen sichtbaren Gefässen, beschrieben.

Diese überaus charakteristischen Veränderungen an den Bindehautgefässen treten in typischen Fällen erst längere Zeit nach der Bestrahlung auf. Die Gefässveränderungen kommen jedoch selten als einzige Strahlenveränderung vor. Sie sind als ein Symptom intensiver Strahlenwirkung oft mit anderen Schädigungen verbunden. LICSKÓ beobachtete Gefässveränderungen zusammen mit Hornhautschädigung und Glaukom, BIRCH-HIRSCHFELD zusammen mit Hornhautschädigung und Katarakt, HORAY und ROHRSCHNEIDER zusammen mit Katarakt, KNAPP zusammen mit Glaukom, TJAN ENG JONG zusammen mit Katarakt und Glaukom.

Veränderungen des Bindehautepithels kommen seltener als Strahlenschädigung vor. M I C H A I L berichtete von einem 27-jährigen Patienten, der wegen Sykosis faciei öfters bestrahlt wurde. Einige Monate nach der Bestrahlung entwickelte sich eine Keratose der Bindehaut. Klinisch war das Leiden durch das Erscheinen von dicken, epidermisähnlichen Plaques an der Conjunctiva tarsi charakterisiert. Histologisch hat sich das Leiden von einer Xerosis conj. durch das Fehlen von fettiger Degeneration und von einer einfachen Leukoplakie durch das Fehlen von gleichzeitiger Parakeratosis

unterschieden. Es handelt sich infolgedessen um eine Sklerohyperplasie der Bindehaut, die durch die Strahlenbehandlung verursacht wurde. Die Behandlung bestand in einer breiten Excision der Plaques.

Auch Bestrahlung mit kleinen, aber verzettelten Dosen kann die Bindehaut schwer schädigen. Es wurden Schädigungen bis zum totalen Symblepharon nach Starkbestrahlung von Lidepitheliomen, Orbitaltumoren und Geschwülsten der Kieferhöhle beobachtet. Die Ursache ist meist ungenügende Filterung, aber wohl auch Sekundärstrahlung.

Schädigung der Cornea.

Die Strahlenschädigung der Hornhaut stellt zweifellos ein ernstes Ereignis dar. Leichte Schädigungen und punktformige Erosionen der Hornhaut können nach Bestrahlung der Augengegend öfters nachgewiesen werden; besonders wenn man danach mit Fluoresceinfärbung fahndet. Diese leichte Schädigung verursacht Schmerzen und Lichtscheu. Sie heilt in einigen Wochen ab.

Die Spätschädigungen der Hornhaut erscheinen meist nach Wochen, besonders nach wiederholten, über Wochen und Monate verteilten Bestrahlungen. Sie können auch nach Bestrahlung mit starken Dosen auftreten, die zur Heilung größerer Tumoren des Lides, des Augenhöhlengewebes und der Nebenhöhlen notwendig sind. Das Auge muß unter solchen Umständen manchmal geopfert werden, um das Leben zu retten.

KÜMMEL sieht den Beginn der schweren Strahlenschädigung in einer auftretenden Herabsetzung der Hornhautsensibilität als Bestrahlungsfolge. Bis heute sind noch die Ursachen der Hypästhesie der Cornea ungeklärt, die von KÜMMEL erstmalig und nach ihm unter anderem von BIRCH-HIRSCHFELD, DI MARZIO, STOCK und DOLLFUSS beobachtet wurde. Die Annahme ist nicht sichergestellt, daß es sich um eine retrobulbäre Affektion des Nervus

trigeminus handelt. KÜMMELL konnte zwar bei einigen Fällen eine Herabsetzung der Sensibilität in den Hautgebieten, die vom Trigeminus versorgt werden, feststellen, aber nicht bei allen. Nach ihm soll durch die Hypästhesie der Cornea eine oberflächliche Geschwürsbildung begünstigt werden. Dies ist eine Ansicht, die noch einer Nachprüfung bedarf. Es ist von SABBADINI beobachtet worden, dass einerseits die Sensibilitätsstörung der Hornhaut kein konstantes Symptom der Strahlenschädigung zu sein scheint und andererseits Geschwürsbildung und Hornhauttrübung auch bei erhaltener Sensibilität auftritt. Abgesehen von der Hypästhesie führt auch die bakterielle Infektion der Cornea, die in ihrer Epithelschicht geschädigt ist, in manchen Fällen im Verlauf der Strahlenkeratitis zu einem ungünstigen Ausgang. Es lassen sich am einfachsten auf diese Weise die Fälle erklären, bei denen ein Hornhautgeschwür mit Hypopyon vorliegt.

D I M A R Z I O teilt zwei Fälle mit Hornhautschädigung mit.

1.) Eine 65-jährige Frau hatte ein Epitheliom des inneren Lidwinkels und des Nasenflügels auf der rechten Seite. Die Augen waren intakt. (Bestrahlung mit Symmetrieapparat, Coolidge-Röhre, 2o Min. ohne Filter, 2o Min. mit 1 mm Al, 3o Min. mit 5 mm Al, 3o Min. mit 1/2 mm Zn + 4 mm Al. MA.2,4o cm Funkenstrecke, KV 1o5. Anschliessend Iontophorese mit 1 %-Lösung von bernsteinsauerem Hg mittels Pantostat /1oMA./.) Das Auge selbst war während der Behandlung mit einer 2 mm Bleiplatte bedeckt. 2 Monate nach der Bestrahlung trat unter Cyanose der Lidhaut ein Lidödem, Schmerzen, eitrige Sekretion und eine ausgesprochene Membranbildung in beiden Übergangsfalten auf. Die Bulbusbindehaut war chemotisch, zyanotisch und leicht blutend. Kleinstes Hornhautinfiltrat entstand nahe dem Limbus, übrige Hornhaut klar und hypästhetisch. Iris hyperämisch, Pupille eng und unbeweglich. Die Hornhauttrübung nahm allmählich zu. Ein Hypopyon trat auf. Nach einer vorübergehenden Besserung Druckerhöhung; das Horn-

hautepithel ging verloren. Die Augenvorderkammer füllte sich ganz mit Eiter, und es bestand eine nekrotische Zone um die Hornhaut. In der 6.Woche Durchbruch der Hornhaut, Exenteration. Das Epi - theliom heilte mit zarter Narbe ab. Die verwendete Dosis wurde auf 2oo % HED geschätzt.

2.) Viel heftiger verlief die Zerstörung des Auges einer 32-jährigen Frau mit einem grossen retropharyngealen Tumor, welcher 3 x mit SHS-Röhre, Funkenstrecke 38 cm, MA.2, KV 116, 1/2 mm Zn, 3 mm Al bestrahlt wurde. (1.Bestrahlung in 4o cm Abstand, 47 Min. bitemporal, 2.Bestrahlung 2 Tage später in 3o cm Abstand auf die Stirn und den Mund, im ganzen 84 Min., 3.Bestrahlung wie die erste.) Innerhalb eines Monats ging das rechte Auge nach Hornhautdurchbruch in Atrophie über. Das linke Auge hatte bei der Entlassung eine grosse Descemetocele. Dieses Auge wurde offenbar durch rechtzeitig vorgenommene Punktion der Vorderkammer gerettet.

SABBADINI teilte 3 Fälle mit, bei denen Bestrahlung von Lidrandtumoren (Epitheliomen)durchgeführt wurden. Immer wurde ein Symmetrieapparat mit Coolidge-Röhre verwendet, ausserdem Al-Filter und Bleischutz des Auges.

Im 1.Fall trat 2 Monate nach der Bestrahlung Papillenödem, starke pericorneale Injektion, Chemosis im äusseren Winkel und tiefe Trübung der Hornhaut mit Epitheldefekt auf. Die Hornhautsensibilität war erhalten. Die Pupille erschien starr, ausserdem Synechien, Hypopyon und erhöhte Tension. Von der Bindehaut aus konnten kulturell nur Xerosebazillen nachgewiesen werden. Trotz verschiedener Therapie nahm das Hornhautinfiltrat und die starken Schmerzen zu, die nur ganz allmählich auf friedliche Therapie zurückgingen. Trotzdem bildete sich ein Hornhautabszess aus, der perforierte, anschliessend Iriseinheilung und Staphylombildung. In diesem Fall war be-

sonders die Dauer von 5o Tagen der Inkubationszeit auffallend.

Im 2.Fall wurde der Lidtumor in ähnlicher Weise bestrahlt. Nach 5o Tagen entstand wiederum unter starken Schmerzen ein ähnliches Krankheitsbild mit H ornhautinfiltration. Das Hornhautinfiltrat nahm zu und ulcerierte. Hypopyon bededkte die ganze Iris, Abbrechen der Behandlung.

Im 3.Fall: Ulceriertes Lidepitheliom. Behandlung wie im ersten Fall. Schon nach lo Tagen traten sehr starke Augenschmerzen und eine Hornhautinfiltration, die ulcerierte, auf. Das Geschwür verbreitete sich schnell über die ganze Hornhaut. Enukleation 16 Tage nach der Bestrahlung. Histologisch sah SABBADINI mächtige subconjunctivale Infiltration in der Tiefe der Bulbusbindehaut und eine parenchymatöse Entzündung des Hornhautgewebes mit Nekrose der Epithelzellen. Die Nekrose der Ganglienzellen in der Retina kann zur aufsteigenden Atrophie des Opticus führen.

All diese histologischen Veränderungen entsprechen den experimentell erzielten Ergebnissen beim Kaninchen von BIRCH-HIRSCHFELD. Daraus geht hervor, dass auch bei gutem Bulbusschutz bei Applikation von 15o - 2oo % HED das Auge sehr gefährdet ist. SABBADINI meint, dass als Ursache dieser Komplikation die Sekundärstrahlen anzuschuldigen sind.

Die Strahlenschädigung der Cornea tritt in ihrer leichtesten Form als "Keratitis superficialis punctata" (DE VRIES) in Erscheinung. Hierbei dürfte es sich wohl um isolierte Epithelveränderungen handeln, die an sich rückbildungsfähig sind. Sie können aber den Ausgangspunkt für eine Infektion bilden. Erst bei höheren Strahlendosen wird die Substantia propria corneae in Mitleidenschaft gezogen. Nach BIRCH-HIRSCHFELD und RADOS und SCHINZ tritt zunächst eine oberflächliche Trübung auf, die auch fleckförmig sein kann.

SCARDAPANE berichtete von einer 55-jährigen Frau mit einem Epitheliom des Unterlides rechts. Das rechte Auge wurde ohne Schutz des Bulbus mit 4 H ED filterlos bestrahlt. Der intraokulare Druck stieg vorübergehend auf 28, später hielt er sich bei 18. Die Hornhaut wurde oberflächlich vaskularisiert. Später erschienen die typischen ampullenförmigen Gefäßerweiterungen in der Conjunctiva, die BIRCH-HIRSCHFELD beschrieben hat. Die Hornhaut war fleckförmig zart getrübt und auf Kosten der oberflächlichen Schichten verdünnt. Bei Fluoresceineinträufelung erwies sich das Epithel als intakt. Die Sehschärfe war von 10/10 auf 2/10 gesunken, der Lidtumor unter zarter Narbenbildung verschwunden.

Bei stärkerer Beteiligung der Substantia propria corneae entsteht ein der Keratitis parenchymatosa avasculosa ähnliches Bild. Nach ROHRSCHNEIDERS experimentellen Untersuchungen war die Substantia propria durch größere Strahlenmengen geschädigt als das Epithel. Die Prognose kann dabei immer noch günstig sein. Neubildung von Hornhautgefäßen ist bei dieser Form der Strahlenschädigung in späteren Stadien nicht ausgeschlossen. (BIRCH-HIRSCHFELD, TJAN ENG JONG).

FLASCHENTRÄGER berichtete von einer 65-jährigen Frau, die wegen eines linksseitigen Mammacarcinoms mit Röntgenstrahlen behandelt worden war. (Bestrahlung des Brustkrebses in 3 Sitzungen innerhalb von 6 Tagen, Intensivreformapparat, Fokushautdistanz 25 cm, 180 KV, 2,5 Milliampère, 50 Min./Erythemdosis 80 Min./; nach ¼ Jahr nochmals Röntgenbestrahlung 70 Min. 3 Felder). Bei dieser Gelegenheit bekam die Patientin durch abirrende Strahlen eine oberflächliche Hautverbrennung der linken Gesichtshälfte mit Entzündung der Horn- und Regenbogenhaut. Bei der Aufnahme bestand neben Rötung und Schwellung der Lider mit Wimpernverlust eine diffuse Conjunctivitis, ciliare Injektion und eine diffuse parenchymatöse Hornhautentzündung mit einem zentralen Epitheldefekt. Ferner konnte man noch hintere Synechien feststellen. R: + 5 DS = 5/7;

L: Handbewegungen in 1 m. Nach 2 Tagen trat eine Perforation der Hornhaut ein, worauf das Auge enukleiert werden musste.

Die Geschwürsbildung stellt die schwerste Form der Strahlenschädigung der Hornhaut dar. Auch bei dieser Form ist Heilung möglich. Sie führt meist jedoch zur Perforation der Hornhaut und damit zum praktischen oder tatsächlichen Verlust des Auges. Die Latenzzeit zwischen der Bestrahlung und dem Auftreten der Strahlennekrose schwankt mehrere Wochen bis Jahre. Erst nach der Perforation der Hornhaut kommt es zur Iriskomplikation bzw. Panophthalmie. Durch rechtzeitige Tarsorrhaphie ist es gelungen, den Zerfall der Hornhaut in einzelnen Fällen zum Stehen zu bringen.

SCARDAPANE bestrahlte einen 61-jährigen Bauer wegen Epitheliom des linken Unterlides am inneren Lidwinkel mit Röntgenstrahlen (Dosis: 4 Erythemdosen filterlos in einer Sitzung). Nach 16 Tagen verkleinerte sich der Tumor bedeutend. Gleichzeitig traten die ersten Nebenwirkungen der Bestrahlung auf. Deutliche Hyperämie der Haut beider Lider, vermehrte Sekretion, starke Schmerzen im Augapfel. Dabei bestand keine Erhöhung des intraokularen Druckes. Genau 1 Monat nach der Bestrahlung wurden die ersten Zeichen der Hornhautschädigung durch Spaltlampenuntersuchung aufgedeckt. Sie bestanden in einer feinen Trübung der Hornhautsubstanz, hauptsächlich im inneren Sektor. Die Pupille verengte sich etwas, und der Lichtreflex wurde träge. Die Symptome verstärkten sich, die Sekretion wurde eitrig - schleimig. Auf der Hornhaut entwickelte sich im Zentrum ein Geschwür. Die Hornhaut war mit Fluorescein färbbar. Die Iris zeigte Hyperämie. 55 Tage nach der Bestrahlung wurde das Auge enucleiert. SCARDAPANE konnte dabei folgenden histologischen Befund erheben. Das Epithel an der Hornhaut war unregelmässig und bestand an einigen Stellen aus vacuolisierten Zellen, die an anderen ganz fehlten. Die BOWMAN'SCHE Membran war streckenweise zerstört. Leukozytäre Infiltrate fanden sich zwischen den Lamellen des Hornhautparenchyms bis in die tiefen Schichten. Diese

Infiltrate lagen dort am dichtesten, wo das Epithel und die Bowman'sche Membran fehlten. Descemet'sche Membran und Endothel waren intakt.

KOHRSCHNEIDER beobachtete nach Röntgenbestrahlung eines Siebbeincarcinoms (7o4o R ohne Augenschutz) geschwürigen Zerfall der Hornhaut. Der Augapfel wurde enukleiert. Danach trat Schrumpfung des Bindehautsackes ein.

BOREL teilte mit, dass ein 78-jähriger Mann, der wegen Gesichtsekzems mit Röntgenstrahlen behandelt wurde (Dosis unbekannt), danach eine der Keratitis parenchymatosa ähnliche Hornhauterkrankung bekam. Ausserdem bestand auf beiden Augen Iritis, Chemosis und Ptosis.

BIRCH-HIRSCHFELD berichtete über den histologischen Befund bei einer Hornhautschädigung mässigen Grades. Der Patient war wegen Carcinoms des äusseren Augenwinkels mit Röntgenstrahlen (Dosis unbekannt) bestrahlt worden. Schon 3/4 Jahr nach der Bestrahlung wurde im temporalen Sektor der Hornhaut eine zarte, in der Substanz gelegene Trübung festgestellt. Sie setzte sich aus einzelnen Punkten zusammen. Später hellte sich die Hornhauttrübung etwas auf. 4 Jahre nach der Bestrahlung waren nur noch vereinzelte, punktförmige zarte Trübungen in der Substanz der Hornhaut sichtbar. Die Enukleation des Auges wurde wegen Übergreifens der Geschwulst auf den Bulbus ausgeführt, nachdem 12 Stunden vorher eine erneute intensive Bestrahlung des ungeschützten Bulbus vorgenommen worden war. Bei der histologischen Untersuchung konnte folgender Befund an der Hornhaut erhoben werden : "Das Epithel fehlt in einem zentralen kleinen Bezirk, während es in den seitlichen Teilen normal ist. Im zentralen Teile der Cornea finden sich an einigen Stellen inmitten normaler Umgebung unterhalb des Epithels und in den vorderen Schichten kleine Herde

von Bindegewebszellen, Die Bowman'sche Schicht ist an diesen Stellen zugrunde gegangen. Diese isolierten Herde, zweifellos als ältere Narben zu deuten, bilden offenbar die anatomische Grundlage der nach den früheren Bestrahlungen auftretenden punktförmigen Hornhauttrübungen."

BIRCH-HIRSCHFELD teilte einen anderen Fall von schwerer chronischer Hornhautschädigung mit. Von anderer Seite waren bei dem Patienten wegen einer Geschwulst des Lides mehrere Röntgenbestrahlungen ohne Schutz des Auges vorgenommen worden. Nach einem Jahr wurde eine Hornhauttrübung in allen Schichten festgestellt. Die Oberfläche war leicht uneben und matt. Die Enukleation wurde wegen Glaukoms mit Schmerzen ausgeführt. Der histologische Befund zeigte am Epithel der Hornhaut, dass die Schicht der Basalzellen in ein Plattenepithel mit stäbchenförmigen Kernen umgewandelt worden war. Auf diese Schicht folgte nach aussen eine Schicht blassgefärbter, geblähter Zellen von unregelmässiger Form. Diese Zellen boten vielfach Zerfallserscheinungen dar. Die Deckschicht wurde wieder von einer einreihigen Lage platter Zellen gebildet. Das Hornhautepithel war an anderen Stellen auf eine einfache Lage platter Zellen reduziert. Es fanden sich unregelmässige Verbreiterungen der Schicht und zapfenförmige Wucherungen nach dem subepitheliaen Gewebe zu. Eine eigenartige glasige,homogene Beschaffenheit hatte das subepitheliale Gewebe der Hornhaut, Plasmazellen im subepithelialem Gewebe, Gefässe mit teils verengtem, teils stark erweitertem Lumen und nicht selten erkennbarer Ablösung der Intima. Diesem Falle waren die Neubildungen eines sulzig prominenten Granulationsgewebes im subepithelialem Gewebe eigentümlich, das sich pannusartig mit vielen, stark erweiterten Gefässen über den Hornhautrand vorschob. Auch in den tieferen Hornhautschichten fanden sich dichte Infiltrationen.

Mit 8o - 11o % HED kann schon Hypästhesie der Cornea auftreten. Die Anwendung von 15o - 2oo % HED auch bei gutem Bulbusschutz kann nach SABBADINI die Hornhaut durch Sekundärstrahlen gefährden.

Schädigung der Uvea.

Die an der Uvea vorkommenden Veränderungen stehen gegenüber den Hornhautschädigungen bei der Röntgen - strahlenbehandlung an Häufigkeit und Bedeutung zurück. Sie kommen sehr selten allein, meist in Verbindung mit Hornhautschädigung vor, wobei dann die grössere Aufmerksamkeit im klinischen Befunde der Hornhautschädigung geschenkt wird.

Als Strahlenwirkung sind an der Iris Pigmentverschiebungen in der Nachbarschaft bestrahlter Stellen beobachtet worden. Bei Kindern, die wegen Angiomen bestrahlt worden waren, fand sich eine Irisverfärbung, die darin bestand, dass die Farbe am bestrahlten Auge eine wesentlich dunklere war. Eine Erklärung für diese Veränderung vermögen die Autoren nicht zu geben. Als Schädigung ist wohl kaum die Irisverfärbung im engeren Sinne zu werten. Ebensowenig wird eine Verengerung oder Erweiterung der Pupille auf der bestrahlten Seite als Schädigung angesehen. Über eine Verengerung der Pupille an dem bestrahlten Auge berichten DI MARZIO und SCARDAPANE, über eine Erweiterung BIRCH-HIRSCHFELD u.a. (Ztrblt.f.ges.Ophthalm.23, 289, 193o). Hierbei muss in Betracht gezogen werden, dass auch durch hintere Synechien Veränderungen der Pupillenform bedingt sein können.

Bei schweren Strahlenschädigungen der Hornhaut kann wie auch bei allen entzündlichen Vorgängen in der Hornhaut eine Irisreizung auftreten, die schliess-

lich in eine eitrige Iritis mit Hypopyon übergeht. Das Auge kann dann unter dem Bilde der Panophthalmie oder der Atrophia bulbi (DI MARZIO) zugrunde gehen. Wie es bereits bei der Cornea erwähnt wurde, kommt die Hypopyon-Iritis (SABBADINI, BOREL und FLASCHENTRÄGER) wohl häufig durch bakterielle Einwirkungen zustande. Es kommt aber auch als einzige Strahlenschädigung eine Iridozyclitis vor.

Bei Strahlenschädigung höheren Grades werden Gefässveränderungen an der Iris, am Ciliarkörper und an der Chorioides angetroffen. Die Veränderungen an den Gefässen können zu dem Bilde der vacuolisierenden Intimadegeneration, ja bis zur Obliteration des Lumens führen, wie es die Veränderungen der Conjunctivalgefässe bieten. Dies zeigen die histologischen Untersuchungen von BIRCH-HIRSCHFELD.

Schädigung der Retina und des Sehnerven.

Die Retina und der Nervus opticus erkranken nur selten nach Röntgenbestrahlung des Auges und des Kopfes überhaupt. Deswegen sind wenige Publikationen über Veränderungen der Retina und des N.opticus vorhanden. Der Grund dafür liegt nicht nur darin, dass zur Feststellung der Netzhaut- und Sehnervenschädigungen die histologische Untersuchung notwendig ist, sondern wohl in erster Linie in der verhältnismässig geringen Strahlenempfindlichkeit dieser Gewebe. Allerdings gibt es kein lebendes Gewebe, das absolut refraktär gegen die Einwirkung der Röntgenstrahlen ist. Die wirksame Dosis muss nur genügend gross sein.Nach BIRCH-HIRSCHFELD spielt bei der Netzhautschädigung ausser der Dosis auch die Strahlenqualität eine Rolle,

insofern nämlich, als kurzwellige (harte) Röntgenstrahlen weniger schädlich sind. AXENFELD, KNÜPFERLE und WIEDERSHEIM vertreten auch diese Ansicht auf Grund klinischer und experimenteller Studien. Aus den experimentellen Untersuchungen von ROHRSCHNEIDER, sowie aus den Beobachtungen an bestrahlten menschlichen Augen geht hervor, dass, genau wie die übrigen Nervengewebe, die Netzhaut und der Sehnerv wenig strahlenempfindlich sind. Die Fälle von Netzhautschädigung, die in der Literatur mitgeteilt wurden, betreffen fast alle Augen mit schweren Strahlenschädigungen an anderen Geweben.

BIRCH-HIRSCHFELD hat als erster auf Grund seiner experimentellen Untersuchungen darauf hingewiesen, dass durch Röntgenstrahlenwirkung an der Netzhaut Veränderungen auftreten, die hauptsächlich die Ganglienzellen betreffen. Die Veränderungen an diesen Zellen bestehen in Vacuolisation und Chromatolyse. Eine aufsteigende Opticusatrophie kann als Folge dieser Netzhautschädigung eintreten. Zum Nachweis dieser Veränderung ist Nissl-Färbung notwendig. Später haben BIRCH-HIRSCHFELD, FLASCHENTRÄGER und SABBADINI die Degeneration der Ganglienzellen auch am menschlichen Auge gefunden. Weiterhin werden Gefässveränderungen an den Arterien und Venen der Netzhaut beschrieben. Bei einem Fall konnte BIRCH-HIRSCHFELD gleichzeitig cystoide Makuladegeneration feststellen.

FLASCHENTRÄGER konnte bei einer 65-jährigen Frau, die wegen linksseitigen Mammacarcinom mit Röntgenstrahlen behandelt wurde, durch die anatomische Untersuchung an der Netzhaut zeigen: Auflösung und Schwund des Chromatins der Ganglienzellen, Blähungen und Fehlen bzw. Zusammenballung des Pigmentepithels. Ausserdem bestand eine leichte Prominenz der Papille, Verengerung des Lumens eines Astes der Zentralarterie mit Wucherung der Elastica, erweiterte Netzhautvenen mit verdickter Wandung und teilweisen Zerfall des Endothels.

C A S O L I N O beobachtete bei einem Röntgenologen, der über 2o Jahre meist ungeschützt weichen und harten Strahlen ausgesetzt war, eine periphere Netzhautveränderung. Sie bestand aus tiefschwarzen Pigmentherden. Im späteren Verlauf kamen noch einige kleine atrophische Chorioidalherdchen dazu.Visus war links lo/lo, rechts leicht herabgesetzt (9/lo). Trotzdem der Röntgenologe mit seiner Tätigkeit aussetzte, sollen im Verlaufe eines halben Jahres die Herde zugenommen haben. Allgemeiner Schwächezustand und Zucker im Urin (26 %) wurden bei ihm konstatiert. 2 Jahr später war der Visus rechts wieder normal,das Fundusbild unverändert.

Auch B E L L U C C I und G I A N N A N T O N I fanden bei 2 bestrahlten Fällen (74-jähriger Mann mit einem Epitheliom des Tränensackes und 72-jährige Frau mit Limbuscarcinom) Netzhautveränderungen in Form von Aufquellungen der äusseren plexiformen Schicht, Erweiterung der Gefässe und perivasculäre Blutungen. Die Ganglienzellen zeigten Chromatolyse und Quellung der Zellen, die Neurofibrillen beginnenden granulären Zerfall.

KNÜPFFER beschrieb das Krankheitsbild eines Patienten, der vor 16 Jahren wegen eines Hypophysentumors eine Kreuzbestrahlung von insgesamt 13 365 r erhielt. Nun bestanden deutliche Zeichen eines Röntgenschadens in Form einer Röntgenkatarakt, einer typischen Hautpigmentierung, einer trophischen Störung der Wimpern und Brauen sowie einer Hornhauthypästhesie. Die Veränderungen waren alle links stärker als rechts ausgeprägt. Ausserdem fand sich beiderseits eine Engstellung der Netzhautarterien wie bei einer Sklerose im Senium, ohne dass der 48-jährige Patient in seinem sonstigen, völlig regelrechten internen Befund eine Erklärung dafür geboten hätte. Am linken Auge bestand dazu eine Makuladegeneration mit Retinitis circinata und kleinen Blutungen.

Die mitgeteilten Fälle zeigen, dass bei wiederholten Bestrahlungen mit sehr hohen Röntgendosen Netzhautschädigungen auftreten können. Es scheint nicht ausgeschlossen, dass bei diesen Fällen ein reichliches Auftreten von Streustrahlen für das Zustande - kommen der Netzhautveränderungen eine wichtige Rolle gespielt hat.

Glaukomentstehung durch Röntgenstrahlenschädigungen.

In der Arbeit ist bereits erwähnt worden, dass die Blutgefässe des Auges durch die Strahlenwirkung Ver - änderungen erleiden. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass häufig Übersteigerung des intraocularen Druckes bei geschädigten Augen berichtet wird.(BIRCH-HIRSCHFELD, KNAPP, LICSKÓ, G.PETER, SABBADINI,TJAN ENG JONG, u.a.). Die Drucksteigerung ist bei einem grossen Teil der Fälle nur vorübergehend. Andererseits kann die Drucksteigerung aber auch den chronischen Verlauf einer schweren Strahlenschädigung beschliessen, sie gibt dann die Indikation zur Enukleation ab oder führt zur Erblindung. Die Augen, die an Glaukom erkranken, lassen meist noch andere Strahlenschädigungen an Hornhaut, Iris und Linse erkennen. Aus diesen Fällen geht eindeutig hervor, dass die Steigerung des intraocularen Druckes durch anatomische Veränderungen hervorgerufen ist, die unter der Strahlenwirkung entstanden sind. Es muss aber bezweifelt werden, ob ein vorher ganz gesundes Auge infolge der Bestrahlung mit einer Dosis, die unterhalb der Schädigungsdosis der Hornhaut liegt, an Glaukom erkranken kann.

G.PETER bestrahlte ein Carcinom der Conjunctiva und der Cornea (nach Thedering) mit Röntgenlicht. (Technik: 45 X = 1 1/2 HED unter 3 1/2 mm Al in 2 Sitzungen innerhalb 14 Tagen. Nach 4 Wochen 4o X unter 3 mm Al in 14 Tagen; nach 7 Wochen 4o X unter

2 mm Al; 5 Monate später ein lokales Rezidiv mit 45 X unter 3 mm Al in 4 Tagen.) Die gesunden Teile wurden so gut wie möglich abgedeckt. Das Carcinom verschwand. Die Tränenkanälchen obliterierten,dadurch war starkes Tränenträufeln die Folge. Das Auge erkrankte 1 Jahr nach der letzten Bestrahlung an Glaukom und wurde enukleiert. Bei der anatomischen Untersuchung fiel die Sklerosierung der Prozessus ciliares auf, die geschrumpft und verkürzt erschienen. Die zarten Fibrillen des Gewebes waren durch grobfaseriges, zellarmes kollagenes Gewebe mit feinkörniger Kalkeinlagerung ersetzt. An den Gefässen war nichts Krankhaftes zu sehen.

BIRCH-HIRSCHFELD beschrieb einen Fall von Bestrahlung eines Lidcancroids ohne Abdeckung des Auges,wobei das Auge erblindete und wegen absoluten Glaukoms enukleiert werden musste.

Es muss bezweifelt werden, ob ein vorher ganz gesundes Auge infolge der Bestrahlung mit einer Dosis, welche unterhalb der Schädigungsdosis der Hornhaut liegt, an Glaukom erkranken kann. Eine Beobachtung von TJAN ENG JONG spricht dafür, dass es sich bei all diesen Fällen um Augen mit Glaukombereitschaft handeln dürfte.

Bei einem 67-jährigen Mann wurde 2 Jahre nach intensiver Bestrahlung wegen Lidcarcinoms, teilweise unter Abdeckung des Auges, eine Drucksteigerung auf der Seite des bestrahlten Auges neben Gefässektasien der Conjunctiva festgestellt. Es ergab sich bei der Druckkontrolle, dass auch am nicht bestrahlten Auge eine Steigerung des intraocularen Druckes über die Norm vorkam. Nach Röntgenbestrahlungen ist auch Herabsetzung des intraocularen Druckes beobachtet worden.

Schädigung der Linse.

Die häufigste Form der Strahlenschädigung des Auges besteht in Veränderung der Linse. Weit über 50 derartige Schädigungen sind in der Literatur mitgeteilt worden. Am auffälligsten ist die Tatsache, daß es erst in verhältnismäßig späterer Zeit AULAMO und ROHRSCHNEIDER gelang, auch beim Tier experimentell Röntgenstrahlenkatarakt zu erzeugen. Die Erklärung dürfte darin zu finden sein, daß die Strahlenkatarakt als ausgesprochene Spätschädigung in Erscheinung tritt. Da sich die früheren Tierversuche auf einen zu kurzen Zeitraum erstreckten, wurden dabei keine Spätschädigungen der Linse beobachtet. Beim Menschen haben die Linsentrübungen, die durch Strahlenwirkung auftreten, meist eine lange Latenzzeit. Die Trübungen beginnen fast stets in den hintersten Schichten der Linse. Daher bleiben sie bei oberflächlicher Inspektion des Auges unbemerkt. Ärztliche Erfahrung ist, daß frühestens mehrere Monate nach der Bestrahlung, nicht selten erst nach 1 bis 1½ Jahren die ersten Klagen über ein Nachlassen der Sehkraft auf dem betroffenen Auge geäussert werden. Durchaus nicht zu den Seltenheiten genören die Fälle, bei denen das Vorliegen einer Katarakt erst 5 bis 10 Jahre nach der Bestrahlung festgestellt worden ist. Die Linse ist das strahlenempfindlichste Gewebe im Auge. Die bereits erwähnten experimentellen Untersuchungen von ROHRSCHNEIDER berechtigen zu dieser Annanme. Demzufolge bleibt häufig die Strahlenkatarakt das einzige oder - neben geringfügigen Veränderungen anderer Gewebe - das am meisten hervortretende Symptom der Schädigung.

JESS berichtete von einem 41-jährigen Patienten, der wegen Hypophysentumor bestrahlt wurde. Patient erhielt im Verlauf von einem Vierteljahr

6 x 100 % der HED in 3 Bestrahlungsserien auf die Hypophyse. 4 Jahre später sind die ersten Anfänge des Röntgenstars sichtbar. Operation 6 Jahre nach der Bestrahlung. Sehvermögen danach wie vorher. Durch die Röntgenstrahlen konnte der Hypophysentumor gut beeinflußt werden. JESS erklärte zur Frage der Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Auge, daß bei ungenügendem Schutz die Augen durch die direkten Strahlen geschädigt werden können. Aber auch die Streustrahlen können bei Durchstrahlung des Schädels von hinten her und als weichere Strahlen gerade für die epitheliale Linse gefährlich werden.
2 Fälle teilte JESS noch mit, bei denen 3 ½ Jahre nach der Bestrahlung eines Hypophysentumors bzw. eines Nasen-Rachenfibroms typische Röntgenkatarakte auftraten.

M E E S M A N N publizierte einen Fall. 21-jähriger Mann, der seit mehreren Jahren über zunehmende Sehstörungen beiderseits klagte. Patient wurde wegen Nasen-Rachenfibroms unter einwandfreiem Schutz der Augen röntgenbestrahlt. Nach 1 Jahr erneut Bestrahlung. Dieses Mal ohne Augenschutz. Die 3. Bestrahlung verweigerte der Patient, da die Lider inzwischen stark angeschwollen waren und die Haut eine intensive Rötung zeigte. Ein halbes Jahr nach der Bestrahlung Beginn der Sehstörungen, die seitdem ständig zunahmen. Am Limbus beider Augen traten ampullenförmige Erweiterungen der Gefässe auf, Iris normal. Die Linse zeigte eine scheibenförmige Trübung am hinteren Pol, die aus feinen Fasern und Pünktchen zusammengesetzt war. Vorn hörte die Trübung in einem flachkonvexen Bogen scharfbegrenzt auf. In der vorderen Rinde bestanden subkapsulär feine Trübungen aus feinsten Vacuolen und Kristallen.

HORAY fand bei einem 35-jährigen Patienten

progrediente Trübungen der Linse nach 7-maliger Röntgenbestrahlung (6o % HED 3 mm Al, 19 cm Fokusabstand) innerhalb von 7 Jahren. Patient war an Lupus vulgaris des Gesichtes erkrankt.

T Ò T H teilte mit, dass ein 31-jähriger Mann Röntgenbestrahlung (12o% HED zur Hälfte durch 1/2 mm Al-Filter) wegen chronischer Blepharoconjunctivitis bekam. Nach 7 Jahren begann er schlechter zu sehen. Befund: Erweiterung der Hautgefässe am linken Oberlid. An beiden Linsen hinten subkapsuläre scharf begrenzte Trübung aus Vacuolen und Punkten bestehend. Visus rechts 5/6, links 5/2o.

V A N D E R H O E V E zeigte 2 Fälle von Röntgenkatarakt.

1.Fall: 1933 wurde bei einem 33-jährigen Mann ein leukämischer Tumor des Tränensacks entfernt. Anschliessend wurde die Narbe röntgenbestrahlt. 1934 entwickelte sich eine hintere Rindenkatarakt. Im Laufe der Jahre bildete diese sich zu einer reifen Katarakt aus. 1935 war der Visus 4/1o, 1939 1/3oo mit unvollkommener Projektion. Anscheinend war auch die Netzhaut geschädigt. Haut und Bindehaut zeigten viele Teleangiektasien. Auch die Iris wies Schwellung der Blutgefässe und atrophische Flecken auf. Die Augenbraue fehlte ganz, die Linse wurde entfernt. Die Sehschärfe blieb schlecht.

2.Fall: 33-jähriger Patient litt seit 16 Jahren an einer Hautkrankheit. 1931 wurde er deshalb röntgenbestrahlt. Die Augen wurden mit Blei abgedeckt.Seit der Bestrahlung verschlechterte sich die Sehschärfe immer mehr. Die Augenbrauen waren fast verschwunden. Beide Linsen zeigten eine hintere Rindenkatarakt.

V O G T sah einen Röntgenstar auf dem 2., nicht bestrahlten Auge. Bei einem 48-jährigen Kranken mit Ewing-Sarkom erkrankte nicht nur das befallene Auge, welches 8 x mit hohen Röntgendosen bestrahlt wurde,

an typischem Röntgenstar, sondern auch das andere nicht bestrahlte Auge, welches durch 3 mm Pb geschützt wurde. - KNAPP hält es überhaupt praktisch für unmöglich (ausser bei Bestrahlung vorn), das zweite Auge gegen abgelenkte Röntgenstrahlen mit Sicherheit zu schützen. - VOGT hält es für wichtig, vor und während einer Strahlenbehandlung im Bereich des Kopfes die Linse an der Spaltlampe genau zu untersuchen.

D E O I R Z und C H A J U T I N konnten bei einer 3o-jährigen Kranken folgendes feststellen : Patientin war anlässlich eines Epithelioms am Unterlide des rechten Auges im Laufe der Jahre 1931 - 32 mehrfach bestrahlt worden. Einige Zeit danach klagte Patientin über Abnahme der Sehschärfe des rechten Auges, die tatsächlich nur noch o,1 betrug. Vor der Bestrahlung wies sie o,4 auf. Bei der Untersuchung mit der Spaltlampe wurde eine oberflächliche Trübung der Hornhaut und 2 hirsekorngrosse Trübungen in der Linse entdeckt. Durch diesen Fall angeregt untersuchten DEOIRZ und CHAJUTIN weitere 17 Kranke, die an Trichophytien litten und mit Röntgenstrahlen behandelt wurden. Bei 4 Kranken, die noch nicht 15 Jahre alt waren, liessen sich ebenfalls Trübungen in der Linse nachweisen.

T H I E L wies darauf hin, dass bei 23 Fällen, die an Hypophysentumoren erkrankt und mit Röntgenstrahlen behandelt wurden, 7 mit Röntgenkatarakt gefunden wurden. All diese Fälle standen 13 Jahre in Beobachtung.

LEBENSOHN berichtete über eine eigene Beobachtung. 26-jährige Frau. Röntgenbestrahlt wegen Acne im 18. Lebensjahr. 6 Jahre später bemerkte sie Sehstörungen. Befund an der Linse war typisch.

K R U C K M A N N sah bei einer 45-jährigen Frau nach Röntgenbestrahlung eines Hypophysentumors, dass in beiden Augen ein Röntgenstar aufgetreten war. Sonst waren an der Patientin ausser den Erscheinungen der Akromegalie keine krankhaften Veränderungen nachweisbar. Am rechten Auge war bereits die Linse extrahiert worden. Am linken Auge wurde die intrakapsuläre Extraktion der totalen Katarakt vorgenommen.

A D A M A N T I A D E S und R A N G A B I stellten an einem Lupuskranken nach 3 monatiger Röntgenbestrahlung des Gesichts (lo Bestrahlungen zu je 2 H unter 2 mm Al und 2 mm Asbest, Augenschutz mit Bleiplatte)Sehstörungen fest. An beiden Augen wurde als Ursache dafür eine umschriebene linsengrosse kortikale Trübung am hinteren Linsenpol gefunden. Etwa 1/2 Jahr später waren einzelne weissliche Trübungen in der vorderen Rinde vorhanden. Im Bereich der hinteren Poltrübung waren schillernde Cholesterinkristalle zu erkennen. Das frühe Auftreten der Linsentrübungen bezogen beide Autoren im vorliegenden Falle auf eine Überempfindlichkeit infolge der Hauterkrankung.

Bei dem Fall G R O S S M A N N handelte es sich um eine 32-jährige Patientin. Sie wurde wegen eines Carcinoms der Nasenhöhle energisch mit Röntgenstrahlen und Radium behandelt. (2 Serien, je 3 Felder zu 1 HED, ausserdem intranasal Radium). Nach 3 Jahren lässt sich keine Geschwulst mehr nachweisen. Es hatten sich aber die ersten Erscheinungen eines Röntgenstars eingestellt. Nach 5 Jahren kein Rezidiv; beiderseitiger Star, der rechts operiert werden musste. GROSSMANN nahm eine Spätschädigung infolge der Röntgenbestrahlung an. Dies wurde durch folgende Beobachtung bestätigt.Er führte

bei 6 Patienten eine Nachuntersuchung durch, welche vor 4 - 6 Jahren wegen eines Carcinoms des Augenlides und der angrenzenden Teile bestrahlt worden waren. Bei 3 von ihnen liess sich ein beginnender Star auf der bestrahlten Seite nachweisen.

ROHRSCHNEIDER veröffentlichte 4 Fälle aus eigenen Beobachtungen.

1.) 23-jähriger Mann war vor 5 Jahren wegen Nasen-Rachenfibroms von der Wange her bestrahlt worden. Einzeldosis 6o % der HED. An beiden Augen die charakteristischen Linsenveränderungen in Form von scheibenförmigen Trübungen am hinteren Linsenpol. Am rechten Auge bestanden Teleangiektasien der Bindehautgefässe.

2.) Wegen eines Osteoms des li.Oberkiefers, welches das linke Auge vollkommen verdeckte, wurde eine 52-jährige Patientin einer intensiven Bestrahlung mit Röntgen- und Radiumstrahlen unterworfen. Naturgemäss konnte eine Abdeckung des Auges nicht erfolgen. 4 Jahre nach der Bestrahlung war das linke Auge der Untersuchung zugänglich. Es fand sich eine totale Linsentrübung auf der Seite der Bestrahlung.

3.) 56 Jahre alte Patientin war wegen Hypophysentumors mit Opticusatrophie vor 4 1/2 Jahren bestrahlt worden. Einzeldosis 75 % HED. Beiderseits Linsentrübungen am hinteren Pol.

4.) 32 Jahre alte Patientin. Vor 3 Jahren Bestrahlung wegen Hypophysentumors mit Opticusatrophie. Die Einzeldosis betrug 75 % HED. Am hinteren Pol beiderseits Linsentrübungen.

F O E R E T T berichtete über die Wirkung der Gammastrahlen auf das Auge bei der Behandlung von Limbuscarcinomen. 19 Fälle mit Radium behandelt. Sämtliche Fälle wurden primär geheilt, obwohl einzelne Patienten die Fünfjahresgrenze noch nicht erreicht haben. 2 Patienten davon wiesen leichte Linsentrübungen auf. Bei 4 Patienten wurden Kataraktbildungen beobachtet.

Bei Dosen von 1 32o Gamma - r traten an der Linse angeblich keine Linsenschädigungen ein.

Nach all diesen angeführten Fällen finden sich selbstverständlich noch eine Reihe von Beobachtungen, in denen die Katarakt zusammen mit schweren anderen

Augenschädigungen nach Röntgenbestrahlung aufgetreten ist.

BIRCH-HIRSCHFELD beobachtete eine zarte wolkige Linsentrübung der hinteren Rinde 2 1/2 Jahre nach Röntgenbestrahlung eines Auges wegen Lidcancroids des linken äusseren Augenwinkels. Diese Trübung wurde dichter. Nach 3 1/2 Jahren trat auch eine Trübung der vorderen Rinde auf. Als weitere Schädigungen konnte BIRCH-HIRSCHFELD Epilation, vorübergehende Gefässerweiterungen, Conjunctivitis und Keratitis beobachten.

M O O R E veröffentlichte einen Fall, bei dem es sich um einen 28-jährigen Mann mit Sykosis des Gesichtes, des Nackens und der Kopfhaut handelte. Nachdem jede andere Therapie versagte, wurden Röntgenbestrahlungen vorgenommen. Die Gesamtdosis betrug fast 12 Sab. Dosis in 5 Monaten. Intervall 3 Wochen bis 3 Monate. (1 Sab- = 9 H, 1,o mm Al-Filter, Funkenstrecke 13 1/2 Zoll, Fokusabstand 58 cm). Nach der ersten Bestrahlung trat eine unvollständige Epilation ein.Nach der letzten Bestrahlung war die Epilation vollständig. Ein Erythem der Lider war aufgetreten, Die Hauterkrankung wurde geheilt. 2 1/2 Jahre später traten Teleangiektasien auf. Gleichzeitig bemerkte Patient eine Abnahme des Sehvermögens, die sich innerhalb eines Vierteljahres verstärkte. 3 Jahre nach der letzten Bestrahlung wurden bei einer augenärztlichen Untersuchung an beiden Augen Linsenveränderungen festgestellt, die in einer fleckförmigen Trübung am hinteren Pol mit zarten Ausläufern in die Peripherie bestanden. Sehschärfe betrug 6/6o. Die Kataraktoperation stellte wieder normale Sehschärfe her.

2 Fälle von Röntgenkatarakt mit anderen Augenschädigungen konnte MICHAIL zeigen.

1.Fall: Es handelte sich um einen bestrahlten Lupus der Nase. Einige Monate nach der Beendigung der Behandlung - die allerdings 4 Jahre hindurch dauerte - erschien eine doppelseitige Katarakt,

die eine Extraktion nötig machte. Die dabei aufgetretene rasche Entwicklung der Röntgenkatarakt erklärte Michail mit der intensiven und lange Zeit durchgeführten Bestrahlung. Ausserdem wies der Patient einen chronischen Bindehautkatarrh auf, der allen gewöhnlichen Behandlungsmethoden trotzte. Dabei war auch die Lidöffnung schmäler geworden.

2.Fall: Ein 37-jähriger Patient wurde wegen Epithelioma palpebrale superior links bestrahlt. Ein Jahr nach der Röntgenbestrahlung trat eine Nekrose des Augenlides, der Conjunctiva und der Cornea auf. Ausserdem hatte der Kranke eine Röntgenkatarakt des rechten Auges und eine chronische Dermatitis der umgebenden Hautoberfläche. Die Behandlung bestand in einer Resektion der beiden Lider mit subtotaler Evisceration der linken Augenhöhle und darauffolgender Plastik. Extraktion der rechten Katarakt. Beide Fälle zeigten, dass sogar indirekte Bestrahlung schwere Augenschädigungen hervorrufen kann.

SCARDAPANE berichtete von einem lo-jährigen Kinde, das wegen eines Orbitaltumors operiert wurde. Danach trat ein Rezidiv auf. Intensive Strahlenbehandlung. Die Dosis war unbekannt. Nach 5 Jahren wurde das bestrahlte Auge wegen Schmerzen enukleiert. 7 Jahre nach der Bestrahlung fanden sich Folgezustände von Radiodermatitis an den Lidern des rechten, enukleierten Auges. Am linken Auge Katarakt, Visus 1/lo. Die Linsentrübungen bestanden in zahlreichen kleinen Fleckchen, die in den vorderen und hinteren subkortikalen Schichten unregelmässig verteilt liegen. Am vorderen und hinteren Pol waren sie besonders dicht. Nach einem weiteren Jahr nahmen die Trübungen zu, die Sehschärfe war auf 1/12o gesunken. Nach Discissio kataraktae betrug der Visus 5/lo.

Auch A N T O N I B O N veröffentlichte einen Fall von doppelseitiger Katarakt durch Röntgenstrahlen. Es

handelte sich um einen 38-jährigen Mann, der wegen Gesichtsekzems mit Röntgenstrahlen ohne Augenschutz bestrahlt worden war (Dosis unbekannt). 2 Stunden nach der ersten Bestrahlung starke lanzinierende Schmerzen im Gesicht und Hals. Die Haut war geschwollen und gerötet. Nach 3 Tagen erneute Bestrahlung. Es trat wieder starke Frühreaktion, außerdem Ausfallen der Augenbrauen und Wimpern auf. 2 ½ Jahre später stellte sich Patient wegen Sehstörung vor. Die Gesichtshaut war fleckenweise atrophisch mit Teleangiektasien. Die Lidränder zeigten starke Rötung, der Tarsus war verdickt. In der Conjunctiva fanden sich beiderseits die Zeichen eines Narbentrachoms mit Hornhautpannus. Die Linse war beiderseits total getrübt, das Sehvermögen betrug beiderseits Erkennen von Handbewegungen in 50 cm Abstand. Nach Extraktion beider Linsen war die Sehschärfe mit entsprechender Korrektion rechts 6/10, links 5/10. Die Allgemeinuntersuchung hatte keinen Anhaltspunkt für eine durch Stoffwechselstörung bedingte Linsentrübung ergeben.

VOGT demonstrierte eine 7-jährige Patientin, die wegen eines nach Exstirpation rezidivierenden Neurofibroms des rechten Oberlides bestrahlt wurde. (Dosis: 1922, 2 x 1923 mit je 150 %, total 450 % HED. Filter: 2 x 5 mm Al, 1 x 0,5 mm Zn + 1,0 mm Al.) Die Sehschärfe war an beiden Augen 6/10. Der Tumor wurde im Mai 1923 exstirpiert. Das Oberlid blieb ptotisch. Im Juni 1923 bestand starke Conjunctivitis und starke Sekretion des rechten Auges. 1928 hatte die Patientin bei der Untersuchung eine Ptosis des rechten Oberlides, eine Blepharoconjunctivitis und außerdem eine Katarakt in Form von subkapsulären Trübungen vorn und einer scheibenförmigen Trübung am hinteren Pol. Die Sehschärfe war rechts Fingerzählen nahe dem Auge, links 6/18. Das rechte Auge ist seither immer leicht gereizt, zeitweise bestand Kerato-

conjunctivitis, die Linse war total trüb.

Schon im Jahre 1910 erkannte BIRCH-HIRSCHFELD, dass sich die Form der vorhandenen Linsentrübungen bei der Röntgenstrahlenkatarakt von den Trübungen andersartiger Genese unterschied. In klaren Worten sagte er, "dass allen nach Einwirkung von Röntgenstrahlen beobachteten Linsentrübungen eigen ist, dass sie -wie der Glasbläserstar- innerhalb des Pupillargebietes, und zwar in den tieferen Schichten beginnen".

Häufig findet sich in der Literatur die Bezeichnung Katarakta polaris posterior. ROHRSCHNEIDER hat eine eingehende Beschreibung zur Morphologie der Röntgenstrahlenkatarakt gegeben. Die morphologischen Besonderheiten bestehen darin, dass die Trübung am hinteren Linsenpol in Form einer scharf begrenzten Scheibe oder Kalotte 2 - 3 Jahre nach der Bestrahlung auftritt. Ausser der erwähnten Poltrübung besteht im Stadium der vollausgebildeten Röntgenkatarakt ein Trübungsnetz mit Vakuolen, das der hinteren Kapsel flach anliegt. Dieses Trübungsnetz kann weit in die Peripherie reichen und unter der vorderen Kapsel schlierenförmige Trübungen und Vakuolen bilden. Der Linsenkern trübt sich nicht. Die Röntgenstrahlenkatarakt schreitet nicht oder nur sehr langsam fort. Nur bei der Überschreitung der Toleranzdosis erfolgt eine Abdrängung der Poltrübung von der hinteren Kapsel. Dadurch wird die physiologische Neubildung von Linsenfasern für lange Zeit lahm gelegt. Morphologisch weist die Röntgenkatarakt grosse Ähnlichkeit mit dem Glasbläserstar auf. ROHRSCHNEIDER glaubt aus diesem Grunde und wegen des Fehlens sonstiger Veränderungen, die für Katarakta complicata sprechen, an eine direkte Entstehung der Linsentrübungen durch Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Kerne auswachsender

Linsenfasern. Den typischen Aufbau zeigen nicht alle Fälle von Röntgenkatarakt. Die Differenz erklärt ROHRSCHNEIDER durch schnelles oder langsames Fortschreiten der Trübungen, wobei im ersten Fall die Struktur sich schneller verwischt.

G R ZE D Z I E L S K I ' S Arbeit über die Histologie der Röntgenkatarakt erhält eine besondere Bedeutung, da sie den ersten genauen histologischen Befund der Röntgenstrahlenkatarakt beim Menschen enthält. Ein 31-jähriger Mann wurde wegen Trychophytia profunda barbae des Gesichtes mit Röntgenstrahlen ohne Augenschutz bestrahlt. 3 Jahre nach der Bestrahlung traten an beiden Augen Linsentrübungen auf. Nach dem Spaltlampenbefund handelte es sich um eine typische Röntgenstrahlenkatarakt. Subkapsuläre Trübungen waren vorn und hinten vorhanden, ausserdem eine Ringtrübung am hinteren Linsenpol von meniskusartiger Gestalt, die nach vorn scharf gegen die übrige Linsensubstanz abgegrenzt war. Beide Linsen wurden erfolgreich intrakapsulär extrahiert und konnten histologisch untersucht werden. Der histologische Befund war folgender : Es fanden sich keine Veränderungen an der Linsenkapsel. Das Kapselepithel war gut erhalten. Die auffallendsten Veränderungen betreffen die ganze suokapsuläre Schicht. Sie bestanden in Wucherungen und Degenerationserscheinungen der Epithelzellen und Fasern. Eine Schicht von Pseudoepithelien lag unter der hinteren Kapsel. In der vorderen subkapsulären Schicht fanden sich mehr amorphe, körnige Massen, stark lichtbrechende Kugeln und homogene Eiweiskoagula. Dazwischen traten gut geformte Fasern auf.Die Schicht mit den Zerfallserscheinungen ist selten dicker als die vordere Kapsel. In der Nähe des Äquators waren die Zellerscheinungen so stark, dass die Fasern gegen die Mitte eingestülpt waren. Scharf gegen die übrige Rinde waren die subkapsulären Veränderungen abgegrenzt. Als anatomisches Substrat der ringförmigen Trübung fand

sich am hinteren Pol in einem Umfang von 3 mm eine Lücke in der krankhaft veränderten Schicht. Hier wurde die hintere Kapsel nur mit wenigen gequollenen Fasern und körnigem Detritus bedeckt. Die betreffenden Fasern lagen fast unmittelbar der nicht zerfallenen Rindenschicht auf und zeigten da starke Zersplitterungen und zahlreiche Vacuolen mit homogenem und körnigem Inhalt. GRZEDZIELSKI kommt auf Grund dieses Befundes zu der Anschauung, dass der Röntgenstar durch direkte Strahlenwirkung auf die Linse entsteht. Es handelt sich also nicht um Cataracta complicata infolge Schädigung des Ciliarkörpers. Nach seiner Ansicht lassen sich die histologischen Veränderungen lediglich auf Proliferationen und nekrobiotische Vorgänge in den Linsenepithelien zurückführen.

Die individuelle Strahlenempfindlichkeit der Linse schwankt in weiten Grenzen (STOCK). Bestmöglicher Schutz des Auges bei Bestrahlung in seiner Nachbarschaft ist daher unbedingt erforderlich.

Berufsschädigungen der Augen durch Röntgenstrahlen.

Das Personal der Strahleninstitute, die Röntgenologen, Ingenieure und Arbeiter in der Röntgenröhrenfabrikation, die Ärzte und das Pflegepersonal sind die Berufsklassen, bei denen man Strahlenschädigungen der Augen erwarten kann. In der Literatur sind Fälle von Röntgenstrahlenschädigung bei Ärzten und Pflegepersonal mitgeteilt : Von T H I E L (bei Ärzten hartnäckige Conjunctivitis) und von K I N G und K I N G jun. (bei einer Pflegerin Conjunctivitis und oberflächliche Hornhautgeschwüre). Zahlreicher sind die Publikationen über industrielle Röntgenstrahlenschädigungen der Augen. Es handelt sich bei diesen Fällen durchwegs um Linsenschädigungen. Derartige Fälle sind von G U T M A N N, T R E U T L E R, E R G G E L E T, T J A N E N G J O N G beobachtet worden. Die Linsenschädigungen betrafen vorwiegend Personen, die in Röntgenlaboratorien mit der Herstellung und Prüfung der Röntgenröhren beschäftigt waren.

Wie aus den vorangehenden Ausführungen ersichtlich ist, können die mannigfaltigsten Schädigungen des Sehorgans durch nicht sachgemäss ausgeführte therapeutische Bestrahlung mit Röntgenstrahlen als unerwünschte Nebenwirkungen entstehen. Man wird also nicht umhin können, das Auge zu schützen, soweit dies möglich ist. Natürlich muss man auch bei den Indikationsgebieten eine gewisse Vorsicht in der Dosierung walten lassen. Hierfür ist es notwendig, die Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Teile des Auges zu kennen. Nach den Erfahrungen beträgt die Schädigungsdosis am menschlichen Auge für :

Lidhaut	1oo % HED	STUMPF
Conjunctiva	15o - 2oo % HED	(Chemosis)SABBADINI
Cornea	2oo % HED	(oberflächliche Trübung) RADOS und SCHINZ; (tiefe Trübung und Perforation) SABBADINI.
Linse	8o . 1oo % HED	(Katarakt) ASCHER.

Abschliessend muss festgestellt werden, dass die Zahl der Veröffentlichungen über das Vorkommen von Röntgenschäden in der Augenheilkunde von Jahr zu Jahr abgenommen hat, nachdem etwa 193o der Höhepunkt überschritten war. Dies liegt darin begründet, dass bei Anwendung moderner Bestrahlungsverfahren und der neuen Augenschutzprothesen mit Bleikern und Überzug von Cadmium und Nickel Röntgenstrahlen - schädigungen selten sind. Als Ausnahme dürfte die Schädigung bei Bestrahlung von Hypophysentumoren, Nasen-Rachenfibromen und Gliomen mit aussergewöhnlich hohen Dosen gelten. Angesichts der lebensrettenden Wirkung der Röntgenstrahlen bei diesen Geschwülsten muss eine Spätschädigung der Augen, besonders der Linse, mit in Kauf genommen werden. Ausserdem ist es wichtig, vor einer Strahlenbehandlung im Bereich der Augen und des Kopfes das Auge vorher vom Augenarzt untersuchen zu lassen.

Folgerungen für die Praxis

Die Möglichkeit einer Schädigung des Auges durch Röntgenstrahlen darf nicht unterschätzt werden. Auch Radiumbehandlungen gutartiger Prozesse am Auge oder in Augennähe bringen Gefahrenmomente für den Patienten mit sich.

So konnte D I E T H E L M mehrfach bei Kindern mit entsprechend lokalisierten Haemangiomen eine Kataraktbildung nach Radiumkontaktbehandlung beobachten, dies allerdings erst nach mehreren Jahren.

Die in dieser Hinsicht optimistischen Auffassungen von B A E N S C H und G Ü N S E L von der Unschädlichkeit der Radiumbehandlung konnten damit nicht bestätigt werden.

Die Röntgen-Nahbestrahlung oder ähnliche Verfahren ermöglichen jedoch günstigere Voraussetzungen für den Strahlenschutz des Auges.

Bei diesen Bestrahlungsverfahren kann mit einem durch den Tubus begrenzten Strahlenbündel gearbeitet werden. Dadurch ergibt sich ohne weiteres die Möglichkeit einer Tangentialbestrahlung, wodurch selbst bei malignen Tumoren, die hohe Röntgendosen erforderlich machen, schon eine weitgehende Schonung, speziell der Linse, erreichbar wird. Durch zusätzliche Anwendung von Bleiglasprothesen, auf die grundsätzlich nicht verzichtet werden sollte, dürfte ein fast absoluter Schutz gegeben sein. Die Belastung und damit auch Gefährdung der Linse durch Streustrahlen muss noch erörtert werden. Da die Streustrahlung in quantitativer Hinsicht weitgehend von der Strahlenhärte, der Feldgrösse und dem Fokus-Hautabstand abhängig ist, ergeben sich für die Röntgennahbestrahlung (kleiner Fokus-Hautabstand, geringe Strahlenhärte, kleine Feldgrösse) im Vergleich zur Radiumbehandlung deutliche Vorteile.

Schliesslich kann auch noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Bleiglasprothese bei der Anwendung einer im Vergleich zur Gammastrahlung des Radiums weitaus langwelligeren und damit auch weniger penetrierenden Strahlung ihre "Abschirmfunktion" besser zu erfüllen vermag.

Die Möglichkeiten eines chemischen Strahlenschutzes für das Auge, der sich nach amerikanischen Arbeiten abzuzeichnen beginnt, sollt

wohl ernsthaft überprüft werden. Es ist in diesem Zusammenhang eine Publikation von McDONALD zu erwähnen. Der genannte Autor konnte zeigen, daß 1 cm^3 einer 5-8 %igen Cysteinlösung, Versuchstieren subconjunctival eingespritzt, die Hornhaut gegenüber einer direkten Betastrahlung von 27 000 bis 40 000 rep schützt. Dieses Ergebnis erscheint auch deswegen bemerkenswert, weil die Betastrahlen eine weitaus grössere Ionisationsdichte als die Röntgenstrahlen haben. Somit müßte die Schutzwirkung gegenüber den Röntgenstrahlen wahrscheinlich noch günstiger sein.

Angesichts der vielfältigen Schädigungsmöglichkeiten des Auges durch ionisierende Strahlen bedarf es wohl keines Hinweises, daß bei Bestrahlungen des Auges der Strahlentherapeut auf eine erspriessliche Zusammenarbeit mit dem Ophthalmologen angewiesen ist.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde gezeigt, daß die mannigfaltigsten Augenschädigungen durch nicht sachgemäß ausgeführte Röntgenbestrahlung bei Tumoren und sonstigen Erkrankungen der Augen, des Gesichts, des Kopfes und des Körpers (s. Fall FLASCHENTRÄGER) entstehen können. Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen am gesunden Kaninchenauge haben dafür den Beweis erbracht, daß das Auge der schädigenden Wirkung der Röntgenstrahlen unterworfen ist. Nach den Erfahrungen ist am empfindlichsten die Linse, dann folgen die Lider, Conjunktiva und Cornea. Sehr selten treten schädigende Wirkungen an der Uvea, Netzhaut und am Sehnerven auf. Moderne Bestrahlungsverfahren, wie beispielsweise die Röntgennahbestrahlung mit zusätzlicher Anwendung von Bleiglasprothesen, setzen die Gefahren von Augenschädigungen so wesentlich herab, daß man von einem fast absoluten Schutz sprechen kann. Angesichts der vielfältigen Schädigungsmöglichkeiten des Auges durch ionisierende Strahlen bedarf es wohl keines Hinweises, daß bei Bestrahlungen des Auges der Strahlentherapeut auf eine Zusammenarbeit mit dem Ophthalmologen angewiesen ist.

Für die Überlassung des Themas der Arbeit und die wertvollen Anregungen bei der Ausarbeitung möchte ich nicht versäumen, Herrn Privatdozenten Dr. B o n s e meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Ebenso bin ich Herrn Professor Dr. R e i c h l i n g für die freundliche Übernahme des Korreferates zu großem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis

Adamantiades, B. et U. Rangabi	Ztrbl.f.ges.Ophthalmologie 28,308 (1933)
Alberti, O.	zit.:Ztrbl.f.Radiolog. I,684 (1926)
Antonibon, A.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 24, 682 (1931)
Ascher, K.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 75, 776 (1925)
Aulamo, R.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 22, 467 (1930)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 21, 724 (1929)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 11, 391 (1932)
Axenfeld	zit.: L. PETER
	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Belluci,Br. u. Giannantoni	Ztrbl.f.Radiolog. 32, 331 (1941)
Birch-Hirschfeld, G.V.A.	Ztschr.f.Augenheilk. 45, 199 (1921)
	Ztschr.f.Augenheilk. 50, 135 (1923)
	Graef. Arch. 59, 229 (1904)
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 46, II, (1908)
Borel, G.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 21, 632 (1929)
Casolino, L.	Ztrbl.f.Radiolog. 5, 329 (1928)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 19, 695 (1928)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 16, 136 (1926)
Chalupecky	zit.: L. PETER
Cogan,G.D.u.K.K. Dreister	Arch.of Ophthalm. 50, 30 (1953)
Cremer, M.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 28, 743 (1933)
Deoirz, A. and C. Chajutin	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 30, 497 (1934)
De Vries	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
D' Oswaldo, E.	Ztrbl.f.Radiolog. 33, 326 (1941)
Dollfuss, A.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 46, 16 (1941)
Donald Mc, J. E.	Arch.of Ophthalm. 51, 301 (1954)
Engelking, E.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 94, 151 (1935)
Erggelet, H.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 23, 375 (1930)
Flaschenträger, H.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 72, 645 (1924)
Foerett, R.S.	Arch.of Dermat. 68, 286 (1953)
Gasteiger	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 32, 96 (1935)
Glauner u. W. Rohrschneider	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 44, 535 (1940)
Grossmann, F.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 25, 467 (1931)
Grzedzielski, J.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 95, 360 (1933)
Gualdi, V.	Ztrbl.f.Radiolog. 10, 777 (1931)
Gutmann, F.	zit.: O. ALBERTI
Hoffmann, W.	Ztrb.f.Radiolog. 5, 407 (1928)
	Ztschr.f.Augenheilk.73, 214 (1931)
Horay, G. von	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 76, 577 (1926)
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 69, 136 (1922)

Hoeve, J.van der	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 45, 59 (1940)
Holthusen	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Jacobi	Strahlentherapie 16, 492 (1924)
Jess, A.	Ztschr.f.Augenheilk. 83, 260 (1934)
	Klin.Mbl.f.Aufenheilk. 81, 372 (1926)
	Ber.Dtsch.Ophthalm.Ges.1929, 352 u. 36
Kitajima, I.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 28, 709 (1933)
King, G.L. and G.L.King, jun.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 20, 553 (1929)
Klauber, E.	Klin.Mbl.d.Augenheilk. 97, 522 (1936)
Knüpffer, N.	Klin.Mb.d.Augenheilk. 116, 66 (1950)
Krückmann, J.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 104, 621 (1940)
Küpferle	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Kümmell, B.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 66, 480 (1921)
Lebensohn, J.E.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 28, 572 (1933)
Leinfelder, P.J. u. H.D.Kerr	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 37, 701 (1937)
	Ztrbl.f.Radiolog. 24, 346 (1937)
Licskó	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Löhlein, W.	Dermat.Wschr. 1939, II, 859
Marzio, Q.di	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 16, 254 (1926)
Meesmann, A.	Ztrbl.f.Radiolog. 6, 520 (1929)
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 81, 259 (1928)
Merkulow, J.	Ztrbl.f.Radiolog. 24, 603 (1937)
Michail, D.	Ztrbl.f.Radiolog. 7, 390 (1930)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 22, 80 (1930)
Milner, J.O.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 32, 550 (1935)
Moore, R.F.	Ztrbl.f.Radiolog. 11, 390 (1932)
Nordmann, J.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 26, 457 (1932)
Okusawa, T.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 38, 101 (1937)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 37, 536 (1937)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 35, 659 (1936)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 30, 210 (1934)
Onfray	zit.: A. DOLLFUSS
Pardo, R.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 46, 290 (1947)
	Ztrbl.f.Radiolog. 32, 661 (1941)
Peter, G.	Strahlentherapie 17, 189 (1924)
Peter, L.	Graef. Arch. 125, 428 (1930)
Poppe, E.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 48, 386 (1943)
Rados,A. u. H.R. Schinz	Graef. Arch. 110, 354 (1922)
Rauh	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Raverdino	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 17, 551 (1927)
Rohrschneider,W.u.R.Clauner	Graef. Arch. 140, 700 (1939)
Rohrschneider,W.	Dtsch.Med.Wschr. 1932, II, 1126

Rohrschneider, W.	Ztrbl.f.Radiolog. 14, 386 (1933)
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 81, 254 (1928)
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 85, 583 (1930)
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 96, 261 (1936)
	Dtsch.Med.Wschr. 1938, I, 870
	Arch.f.Augenheilk. 106, 221 (1932)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 24, 185 (1931)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 23, 289 (1930)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 23, 375 (1930)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 20, 636 (1929)
	Graef. Arch.122, 282,(29)
	Graef. Arch. 122, 383 (1929)
	Graef. Arch. 121, 526 (1929)
	Ztschr.f.Augenheilk. 65, 303 (1928)
	Strahlentherapie 31, 595 (1929)
Sabbadini, D.	Ztrbl.f.Radiolog. 3, 484 (1937)
	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 18, 223 (1924)
Salzer	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Sallmann, V. and C.M.Munoz	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 56, 319 (1951)
Sallmann, L. and B.D.Locke	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 56, 319 (1951)
Sallmann, L.	J.Cellul.a.Comp.Physiol. 39, 217 (1952)
Scardapane, F.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 22, 79 (1930)
	Ztrbl.f.Radiolog. 7, 643 (1930)
Scholz	zit.nach W. ROHRSCHNEIDER
Stock, W.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 108, 635 (1942)
Taliercio, A.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 43, 505 (1939)
Thiel, R.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 90, 257 (1933)
Tjan, R. J.	Ztrbl.f.Radiolog. 8, 183 (1930)
Tóth, Z.	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 108, 635 (1942)
Treutler	zit.: O. ALBERTI
Vogt, A.	Schwed.Med.Wschr. 1929, I, 634
	Klin.Mbl.f.Augenheilk. 97, 670 (1936)
Wiedersheim	zit.: W. ROHRSCHNEIDER
Wölfflin, E.	Klin. Mbl.f.Augenheilk. 89, 214 (1932)
Zeemann, W.P.C.	Ztrbl.f.ges.Ophthalm. 28, 108 (1933)

L e b e n s l a u f

Am 27. Juli 1917 wurde ich als Sohn des Studienrates Dr. Otto K ü t t l e r und seiner Ehefrau Ilse, geb. Burger, in Altenburg geboren. Dort besuchte ich von 1924-28 die Volksschule, anschließend Ostern 1928 das Friedrichsgymnasium zu Altenburg. Im Februar 1937 erlangte ich die Prüfung der Reife. Nach meiner Arbeitsdienstzeit von April bis Oktober 1937 wurde ich im November des gleichen Jahres zur Wehrmacht einberufen. Nach Beendigung der allgemeinen Wehrpflicht immatrikulierte ich im Sommer 1939 an der Universität Würzburg. Mit Kriegsbeginn erfolgte im September 1939 meine Einberufung. Im August 1945 wurde ich aus russischer Kriegsgefangenschaft entlassen und immatrikulierte erneut im Sommer 1947 an der Philosophisch-theologischen Hochschule in Regensburg und legte dort im März 1949 das Physikum ab. Anschließend wechselte ich an die Universität in Würzburg über und legte hier im Winter 1952 das medizinische Staatsexamen ab. Zur Zeit bin ich als Assistenzarzt am Diakonissen-Krankenhaus in Speyer tätig.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Reinhard Küttler

RUDOLF BAEHR DRUCK- UND WERBETECHNIK
WÜRZBURG BOLOFFSTEINSTR. 5